

Влияние загрязнения поверхностных вод рек на заболеваемость населения промышленных городов

С. В. Сенотрусова

Дальневосточный государственный университет, Владивосток

Проанализировано влияние загрязнения поверхностных вод рек на заболеваемость населения промышленных городов. Показано, что загрязнение рек фенолами, тяжёлыми металлами, аммонийным азотом, нитратами, продуктами метаболизма хозяйственно-бытовых стоков значимо связано с заболеваемостью населения хронической патологией.

Ключевые слова: заболеваемость населения, загрязнение поверхностных вод.

До настоящего времени остаётся неисследованным вопрос оценки взаимосвязи качества поверхностных вод рек, протекающих через промышленные города или вблизи них и заболеваемости населения, проживающего в этих городах. Вопрос остаётся «открытым» в силу разных причин. С одной стороны, поверхностные воды рек не являются питьевыми, а следовательно, не могут непосредственно влиять на заболеваемость населения. С другой стороны, качество поверхностных вод отражает степень загрязнения рек в частности и качества окружающей среды в целом. Природные воды загрязняются концентрированным сбросом больших по объёму хозяйственно-фекальных стоков, часто с территорий неблагоустроенных сельских населённых пунктов, животноводческих, птицеводческих комплексов, а также в результате несовершенства очистных сооружений, систем водоснабжения и водоотведения. Сбросные воды, как правило, содержат различные загрязнения (нефтепродукты, поверхностно-активные вещества, фенолы, соли тяжёлых металлов). Загрязнение, как акваторий, так и береговых зон осуществляется

© Сенотрусова С. В., 2005

и при осаждении пыли, оксидов азота и серы, сажи и других продуктов сгора-

ния, выбрасываемых в атмосферу при сжигании топлива на тепловых электростанциях. Водоёмы загрязняют также веществами, поступающими с выхлопными газами от двигателей внутреннего сгорания, при работе которых в окружающую среду выделяется большое количество различных соединений. Это, несомненно, отрицательно воздействует на качество водных объектов. Особенно важным является то, что загрязняющие вещества накапливаются в организмах по трофической цепи и в конечном итоге попадают в организм человека, а вода является промежуточной средой нахождения этих веществ. Для Приморского края, где население употребляет воду из открытых источников, связь между загрязнением и заболеваемостью является прямой [1].

Цель исследования заключалась в изучении взаимосвязи заболеваемости населения Приморского края с загрязнением поверхностных вод рек региона.

Материал и методы

В работе использовались данные о заболеваемости населения городов медицинского информационно-аналитического центра Приморского края и сведения ежегодных наблюдений за концентрациями загрязняющих веществ в поверх-

ностных водах на сети станций общегосударственной системы наблюдения и контроля (ОГСНК) Государственного гидрометеорологического управления по Приморскому краю с 1981 по 2003 гг. Проанализировано более 15 тысяч медицинских карт и отчётных форм о заболеваемости населения городов и более 60 тысяч проб воды на предмет её загрязнения.

Исследование проведено во всех промышленных городах Приморского края. В качестве примера в работе рассмотрены отдельные результаты, полученные для городов Уссурийск, Дальнереченск, Дальнегорск, которые характеризуются муссонным морским климатом. Загрязнение среды этих городов имеет как сходные, так и различные черты. Характерными источниками выбросов и сбросов в городах являются предприятия жилищно-коммунального хозяйства, пищевой и лёгкой промышленности, транспорта, машиностроения, металлообработки и сельского хозяйства. Для Дальнегорска свойственно также загрязнение от предприятий горнодобывающей, горнохимической, цветной металлургии. В Дальнереченске развита лесная и деревообрабатывающая промышленность.

Проанализировано загрязнение рек, протекающих через промышленные города: Раздольной, Комаровки и Раковки (г. Уссурийск), Постышевки (г. Партизанск), Уссури (г. Лесозаводск), Рудной (г. Дальнегорск), Дачной (г. Арсеньев), Кневичанки (г. Артём), Кулешовки (г. Спасск-Дальний), Большой Уссурки (г. Дальнереченск).

В качестве критерия оценки загрязнения поверхностных вод применялись следующие показатели: количество взвешенных веществ (ВВ), содержание растворённого кислорода (O_2), биологическое потребление кислорода (БПК₅), концентрация аммонийного азота (NH_4), нитритов (NO_2) и нитратов (NO_3), железа (Fe), меди (Cu), нефтепродуктов (НФ),

фенолов (Ф), синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ). Это компоненты обязательного набора контролируемых параметров в системе мониторинга и только по ним есть репрезентативные выборки.

Для выявления связи между показателями качества поверхностных вод рек и здоровьем населения использовался метод корреляционного анализа. Значимыми величинами коэффициента корреляции на 5 % уровне являлось $r=0,42$; на 1 % уровне — $r=0,54$.

Результаты исследования и обсуждение

Выявлены значимые связи между загрязнением рек в черте города и заболеваемостью населения и слабые связи или отсутствие таковых между загрязнением рек выше и ниже по течению и заболеваемостью населения. Это очевидно, так как город влияет, прежде всего, на состояние реки в черте города, а ниже по течению происходит разбавление вод, состав химического загрязнения меняется, и связи теряются. Загрязнение рек в черте города отражает химическое загрязнение окружающей его среды.

Нами продемонстрированы значимые связи между содержанием органических веществ (о чём свидетельствует достоверная связь БПК₅ с патологией), фенолов и аммонийного азота и заболеваемостью населения Уссурийска хроническим гастритом, болезнями эндокринной системы и кожи (табл. 1). Несмотря на то, что реки имеют различные стоки и сбросы, обращает на себя внимание синхронность взаимосвязей между концентрациями загрязняющих веществ в них и заболеваемостью населения. Поскольку подобные зависимости выявлены в большинстве городов региона,

Таблица 1. Значимые коэффициенты корреляции между показателями химического загрязнения поверхностных вод рек и заболеваемостью населения г. Уссурийска

Заболевания	Реки								
	Раздольная			Комаровка			Раковка		
	БПК	НН	Ф	БПК	НН	Ф	БПК	НН	Ф
	5	4		5	4		5	4	
Хронический гастрит	0,47	–	0,55	0,67	–	0,56	0,69	–	–
Патология кожи	0,52	0,48	0,56	0,45	0,62	0,80	0,54	0,62	0,71
Патология эндокринной системы	0,51	–	0,65	0,59	–	0,73	0,63	–	0,45

Таблица 2. Значимые коэффициенты корреляции между показателями химического загрязнения поверхностных вод рек и заболеваемостью населения г. Уссурийска

Заболевания	Реки								
	Раздольная			Комаровка			Раковка		
	O ₂	Fe	Cu	O ₂	Fe	Cu	O ₂	Fe	Cu
Мочеполовой системы	0,77	0,56	0,89	0,78	0,68	0,89	0,78	–	0,85
Мочекаменная болезнь	0,50	0,46	0,91	0,85	0,48	0,91	0,84	–	0,93
Болезни крови	0,52	–	0,80	0,73	0,63	0,91	0,79	0,44	0,81

Таблица 3. Значимые коэффициенты корреляции между показателями химического загрязнения поверхностных вод рек и заболеваемостью населения Дальнегорска и Дальнереченка

Заболевания	ВВ	NH ₄	NO ₂	NO ₃	СПАВ	Ф
Язвенная болезнь	0,61/–	0,64/0,63	0,66/0,54	0,57/0,42	0,61/–	0,66/0,79
Хронический гастрит	0,53/0,42	0,57/0,55	0,51/0,42	0,52/0,49	0,57/–	0,59/0,78

Примечание. В числителе — показатели р. Рудная (Дальнегорск), в знаменателе — показатели р. Большая Уссурия (Дальнереченск).

можно предполагать, что эти поллютанты способствуют заболеваемости населения хроническим гастритом, болезнями кожи, эндокринной системы.

Содержание металлов и растворённого кислорода в воде значимо связано с заболеваемостью населения мочекаменной болезнью, болезнями крови, органов мочеполовой системы (табл. 2). Такие результаты характерны для большинства городов края.

Значимые связи между загрязнением рек и заболеваемостью населения городов Дальнегорска и Дальнереченска показаны в табл. 3. Подобные зависимости характерны также для большинства городов региона, несмотря на различную природу стоков и сбросов.

При исследовании частоты встречаемости взаимосвязей между показателями химического загрязнения воды и заболеваемостью населения региона выявлено, что больше всего значимых связей обнаружено с концентрацией фенолов, меди, нитратов, взвешенных ве-

ществ, аммонийного азота и биологическим потреблением кислорода (табл. 4). Эти показатели характеризуют загрязнение природных вод хозяйственно-бытовыми стоками.

Если проанализировать частоту встречаемости возникновения болезней у населения в зависимости от загрязнения воды, то больше всего значимых коэффициентов корреляции выявлено со следующими нозологическими формами: хронический гастрит, тиреотоксикоз, болезни крови, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, хронический отит, болезни кожи. Ещё С. П. Боткин говорил, что «...реакция организма на вредно действующие на него влияния внешней среды и составляет сущность болезни» [цит.: 2]. Разнообразные раздражители, в том числе и химические вещества, при воздействии на организм вызывают стандартную неспецифическую реакцию, которая будет зависеть от дозы и длительности экспозиции. Если действие поллютантов

не слишком длительно и не слишком сильно, гормоны надпочечников помогают организму адаптироваться к обстоя-

Таблица 4. Количество и частота встречаемости значимых коэффициентов корреляции между показателями химического загрязнения поверхностных вод рек и заболеваемостью населения региона (абс., %)

	ВВ	БПК ₅	NH ₄	NO ₂	NO ₃	Fe	Cu	HФ	СПАВ	Ф	Итого
1	1 (12,5)	3 (37,5)	–	2 (25)	–	5 (62,5)	6 (75)	1 (12,5)	1 (12,5)	3 (37,5)	22
2	2 (25)	2 (25)	–	1 (12,5)	–	3 (37,5)	5 (62,5)	–	–	–	13
3	5 (62,5)	2 (25)	5 (62,5)	3 (37,5)	4 (50)	–	1 (12,5)	–	3 (37,5)	5 (62,5)	28
4	3 (37,5)	6 (75)	4 (50)	4 (50)	6 (75)	2 (25)	2 (25)	1 (12,5)	3 (37,5)	7 (87,5)	38
5	3 (37,5)	4 (50)	4 (50)	2 (25)	5 (62,5)	–	1 (12,5)	1 (12,5)	1 (12,5)	6 (75)	27
6	1 (12,5)	–	4 (50)	4 (50)	3 (37,5)	–	–	3 (37,5)	1 (12,5)	4 (50)	20
7	3 (37,5)	5 (62,5)	6 (75)	1 (12,5)	3 (37,5)	1 (12,5)	6 (75)	1 (12,5)	4 (50)	8 (100)	38
8	5 (62,5)	3 (37,5)	5 (62,5)	2 (25)	6 (75)	–	–	2 (25)	–	4 (50)	27
9	3 (37,5)	4 (50)	–	–	2 (25)	3 (37,5)	4 (50)	–	1 (12,5)	4 (50)	21
10	1 (12,5)	3 (37,5)	–	1 (12,5)	4 (50)	3 (37,5)	6 (75)	2 (25)	1 (12,5)	–	21
11	7 (87,5)	–	2 (25)	–	4 (50)	4 (50)	7 (87,5)	–	1 (12,5)	4 (50)	29
Итого	34	32	30	20	37	21	38	11	16	45	284

Примечание. 1 — болезни мочеполовой системы; 2 — мочекаменная болезнь; 3 — язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки; 4 — гастрит и дуоденит; 5 — болезни кожи; 6 — болезни пищеварительной системы; 7 — тиреотоксикоз; 8 — хронический отит; 9 — болезни эндокринной системы; 10 — болезни кровообращения; 11 — болезни крови.

тельствам, если действие агента чрезмерно и длительно, то наступает болезнь. Поскольку получена такая большая повторяемость значимых связей между загрязнением воды и заболеваемостью, можно предполагать, что эти поллютанты оказывают как прямое, так и опосредованное действие на все системы организма.

Фенолы являются одним из наиболее распространённых загрязнений, поступающих в поверхностные воды со стоками различных предприятий (нефтеперерабатывающей, угольной, лесохимической, коксохимической, анилинокрасочной промышленности и др.), образуются в естественных условиях в процессах метаболизма водных организмов, при биохимическом распаде и трансформации органических веществ, сопутствуют хозяйственно-бытовому стоку. Таким образом, фенолы являются

интегральным отражателем общего загрязнения, так как они сопровождают все варианты типичных источников загрязнения, которые есть в Приморье (лес, уголь, хозяйственно-бытовые стоки и т. д.). Выявлено, что количество фенолов в речной воде исследуемых рек во всех случаях значимо связано с заболеваемостью тиреотоксикозом, в 87,5 % случаев — хроническим гастритом, в 75 % — болезнями кожи, в 62,5 % — язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки, в 50 % — болезнями органов пищеварения, крови, эндокринной системы и хроническим отитом. Учитывая такую повторяемость связей, можно утверждать, что фенолы являются одним из факторов, который способствует заболеваемости населения региона.

Известно, что как избыток, так и недостаток тяжёлых металлов приводит нарушению функции эндокринной си-

стемы, снижает иммунитет, приводит к метаболическим, обменным, нарушениям. Металлы изменяют биохимические процессы в клетке, которая будет тратить энергетические ресурсы, чтобы их изолировать, связывать. Вследствие этого нарушаются процессы адаптации и возникают патологические процессы. Накопление тяжёлых металлов в окружающей среде может происходить как вследствие природных, так и антропогенных процессов, однако в обоих случаях токсические механизмы их воздействия на организм связаны с ферментативными реакциями. Считается, что органоминеральные соединения металлов являются более токсичными, так как они обладают более высокой липофильностью и большей способностью к проникновению из кровеносных сосудов в мозговые клетки [3]. Учитывая различные механизмы воздействия металлов на организм человека, можно объяснить наличие такого большого количества значимых связей (от 50 до 87,5 % случаев) между ними и заболеваемостью населения региона тиреотоксикозом, болезнями органов кровообращения, крови, эндокринной, мочеполовой системы и мочекаменной болезнью. В литературе описано, что имеется взаимосвязь между избыточным поступлением меди в организм животных и заболеваемостью болезнями крови (в частности анемией), почек, костей, желудочно-кишечного тракта [4].

Биологическое потребление кислорода является важным показателем, который используется для характеристики загрязнения воды метаболитной органикой, лабильными, легко окисляемыми микроорганизмами соединениями. Значимые коэффициенты корреляции найдены между БПК⁵ и следующими видами патологии: гастритом (75 % случаев), тиреотоксикозом (62,5 % случаев), болезнями кожи и эндокринной системы (50 % случаев). Таким образом, можно заключить, что продукты метаболизма, входя-

щие в состав хозяйственно-бытовых стоков, загрязняющие поверхностные воды, влияют на заболеваемость этими болезнями.

Большое количество достоверных связей найдено между концентрациями биогенных веществ (аммонийным азотом, нитратами и нитритами) и заболеваемостью населения региона. Преобладание той или иной формы минерального азота свидетельствует о времени, прошедшем с момента поступления загрязнения. Повышенное содержание в воде ионов аммония и нитритов указывает на «свежее загрязнение», в то время как увеличение нитратов — на загрязнение в предшествующее время. Аммиачные соединения являются основным продуктом микробиологического разложения белков и выделений животных. Нитриты — промежуточные продукты биохимического окисления аммиака, а также продукты разложения азотсодержащих органических веществ. Благодаря способности превращаться в нитраты, нитриты, как правило, присутствуют в меньших количествах в поверхностных водах. Повышенная концентрация ионов аммония может быть использована в качестве индикаторного показателя, отражающего ухудшение санитарного состояния водного объекта, процесс загрязнения поверхностных и подземных вод, в первую очередь, бытовыми и сельскохозяйственными стоками. По количеству значимых коэффициентов корреляции между показателями загрязнения и заболеваемостью населения эти биогенные вещества занимают одно из ведущих мест.

В воздействии на человека различают первичную токсичность собственно нитрат-иона; вторичную, связанную с образованием нитрит-иона, и третичную, обусловленную образованием из нитритов и аминов нитрозаминов. Токсичность нитратов для человека связана с трансформацией нитратов в нитриты в желудочно-кишечном тракте. Токсич-

ность нитритов в высоких дозах связана с воздействием на сердечно-сосудистую систему, а в малых дозах — с формированием метгемоглобина и развитием метгемоглобинемии.

Другая экотоксикологическая проблема, вызванная избыточным поступлением в организм различных форм азотсодержащих биогенных веществ, связана с тем, что при их одновременном поступлении в организм с аминами, например, при приёме лекарств, содержащих третичные амины, высока вероятность возникновения раковых заболеваний, вызываемых нитрозаминами. Канцерогенность нитроаминов подтверждена. Учитывая различные механизмы воздействия различных форм минерального азота на заболеваемость населения, неслучайно нами получено такое большое количество значимых связей между этими поллютантами и заболеваемостью населения болезнями органов пищеварения (язвенной болезнью и хроническим гастритом), кожи, крови, кровообращения, тиреотоксикозом, хроническим отитом.

Результаты анализа взаимосвязей между содержанием взвешенных веществ в воде и заболеваемостью населения показали, что максимальное число достоверных коэффициентов корреляции наблюдается между этим поллютантом и болезнями крови (87,5 % случаев), язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки, а также с хроническим отитом (62,5 % случаев). Учитывая высокую частоту встречаемости значимых связей, можно утверждать, что повышенное содержание взвешенных веществ, которые сорбируют на своей поверхности другие токсиканты, способствует возникновению болезней крови, язвенной болезни и хронического отита у населения региона.

Синтетические поверхностно-активные вещества являются довольно распространённым видом загрязнения, обладают выраженным токсическим эффектом. Тем не менее, частота встре-

чаемости значимых связей между содержанием детергентов в воде и заболеваемостью населения городов невелика (табл. 4). Отдельные значимые связи получены между концентрацией нефтепродуктов и заболеваемостью населения, характерные для городов Спасск-Дальний, Уссурийск и Арсеньев. Говорить о достаточной повторяемости связей и, следовательно, о каких-либо закономерностях между содержанием этих веществ в воде и заболеваемостью населения промышленных городов региона не представляется возможным.

Таким образом, результаты исследований позволили выделить значимые факторы загрязнения поверхностных вод, которые способствуют заболеваемости населения промышленных городов. Фактором, способствующим заболеваемости органов мочеполовой системы, крови и кровообращения, являются тяжёлые металлы. Комплекс загрязняющих компонентов, который достоверно связан с общей заболеваемостью органов пищеварительной системы, болезнями кожи, хроническим отитом — вещества биогенного происхождения, фенолы и, в ряде случаев, взвешенные вещества. Факторами, способствующими заболеваемости органов эндокринной системы, являются фенолы, тяжёлые металлы и аммонийный азот. Комплекс факторов загрязнения речных вод, влияющих на заболеваемость болезнями крови — тяжёлые металлы и взвешенные вещества.

При воздействии поллютантов на организм человека возможно возникновение различных эффектов [5]: генотоксического, проявляющегося в нарушении структуры и процессов репарации ДНК; ферментопатического — в виде угнетения или активации ферментных систем (повреждение ферментов антиоксидантной защиты ведёт к патологическим реакциям в тканях при контакте с токсичными радикалами); мембранопатологического, ведущего к повреждению молекулярных сигналов межклеточ-

ного взаимодействия; метаболических и обменных нарушений и канцерогенного эффекта.

Полученные нами зависимости подтверждают то, что загрязняющие вещества оказывают как прямое, так и опосредованное действие на органы человека. В обеспечении оптимального уровня здоровья ведущую роль играет иммунная система, она обеспечивает саморегуляцию и нормальную жизнедеятельность организма. Любые отклонения в антигеном составе клеток, в том числе индуцированные факторами загрязнения, сопровождаются снижением иммунитета, т. е. устойчивостью организма к внешним воздействиям. А также воздействия факторов снижают адаптивные возможности организма, которые могут послужить причиной генетического

напряжения и вторичных иммунодефицитов, на фоне которых развиваются различные заболевания. С этим неразрывно связана проблема здоровья не только нынешнего, но и будущих поколений людей, зависящая от того, какой генотип получен в наследство от предыдущих поколений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сенотрусова С. В. Техногенное загрязнение речных экосистем юга Дальнего Востока // Безопасность Евразии. 2003. № 6 (16). С. 200—204.
2. Окороков А. Н. Диагностика болезней внутренних органов. М., 2003. Т. 1. Диагностика болезней органов пищеварения.
3. Forsther U. Integrated pollution control. Berlin, 1995. Chapter 3.3. P. 100—107.
4. Башкин В. Н. Биогеохимия. М., 2004.
5. Вельтищев Ю. Е. Этиология и патогенез экопатологии у детей // Экология и здоровье детей / Под ред. М. Я. Студеникина, А. А. Ефимовой. М., 1998. С. 18—65.

Senotrusova S. V.

Influence of pollution of superficial waters of the rivers on morbidity of the population of industrial cities

Influence of pollution of superficial waters of the rivers on morbidity of the population of industrial cities is analysed. Pollution of the rivers by phenols, heavy metals is shown, that, аммонийным by nitrogen, nitrates, products of a metabolism of economic — household drains significantly is connected to disease of the population a chronic pathology.

Keywords: disease, morbidity, pollution of superficial waters.